第４講　仕事とエネルギー

WORK　4

《仕事》

物体に力を加え，力と同じ向きに動かしたとき，この力は物体に対して仕事をする。力の大きさが F，物体を動かした距離を x とした場合，力が物体にした仕事は［　1　］である。

《力学的エネルギー》

質量 m［kg］の物体が基準水平面から高さ h［m］の所に静止している。このとき，この物体は高さと質量に応じたエネルギーをもつ。このエネルギーを重力による［　2　］という。この［　2　］は物体が基準水平面までに落下する間に，［　3　］［N］が物体にする仕事に等しい。この仕事の大きさは重力加速度を g［m/s^2］として［　4　］［J］である。次に，基準水平面上を質量 m［kg］の物体が速度 v［m/s］で運動する場合，この物体が持つエネルギーを［　5　］といい，その大きさは［　6　］［J］で表される。この［　2　］と［　5　］の２つのエネルギーの和を［　7　］という。

物体が高さ h［m］の場所から基準水平面まで自由落下するとき重力がする仕事は，同じ高さから摩擦のない斜面をとおって基準水平面まで移動する間に重力がする仕事と同じである。重力のように，力のする仕事が途中の経路によらず始点と終点だけで決まる場合，その力を保存力という。物体に保存力だけがはたらくとき，［　7　］は一定に保たれる。これを［　8　］の法則という。物体に保存力以外の力，たとえば摩擦力がはたらくとき，［　8　］の法則は成り立たない。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

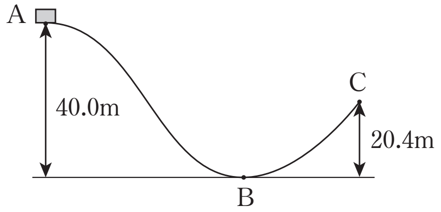
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

1

図のようななめらかな軌道ABCがあり，点AおよびCは点Bより，それぞれ40.0m，20.4m高い。いま，点Aから質量0.250kgの物体を初速0ですべらせる。重力加速度の大きさを9.80m/s^2として，次の問いに有効数字3桁で答えよ。



(1) 点Bを通過するとき，この物体のもつ運動エネルギーは何Jか。

(2) 点Bを通過するときの物体の速さは何m/sか。

(3) 点Cを飛び出すときの物体の速さは何m/sか。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

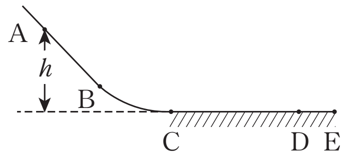
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2



図のように，斜面 AB と，これとなめらかにつながる水平面 CE がある。AC 間はなめらかな面で，A の水平面 CE からの高さは h である。いま，質量 m の小物体を A で静かに放したところ，CE 間の点 D の位置まですべって止まった。水平面と小物体との間の動摩擦係数を μ，重力加速度の大きさを g として，次の問いに答えよ。

(1)　点 C における小物体の速さはいくらか。

(2)　CD 間の距離はいくらか。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3

軽いばねの下端に質量 m のおもりをつけ，ばねの他端を天井に固定する。図１のように，ばねが自然の長さになるようにおもりを手でささえてから，手をゆっくりと下げていったところ，ばねが l だけのびたところでおもりは静止した（図２)。重力加速度の大きさを g として，次の問いに答えよ。

⑴　このばねの弾性定数（ばね定数）を求めよ。

⑵　おもりが l だけ下がる間に，ばねの弾性エネルギーはいくら増したか。

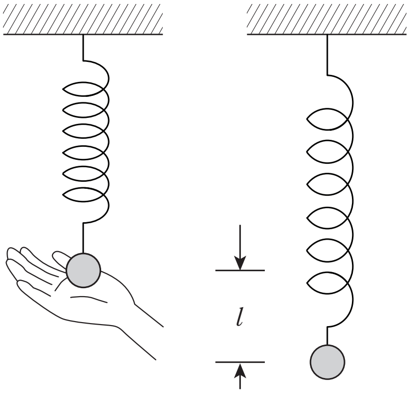


図１　　図２

次に図２のつり合いの状態から，おもりに力を加えて鉛直方向に距離 d だけ引き下げた。

⑶　このとき，ばねの弾性エネルギーはいくら増加するか。

⑷　おもりを d だけ引き下げる間に，おもりに加えた力のする仕事はいくらか。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

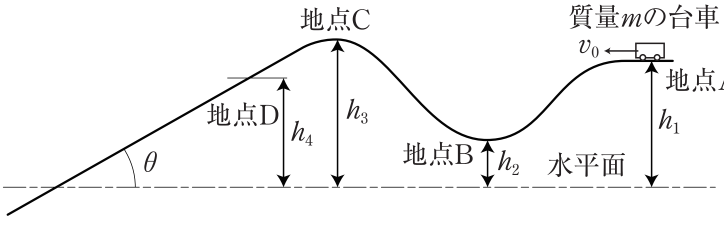
< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　確認テスト

水平面から h_1［m］の高さにある地点Ａより初速度 v_0［m/s］で，発車させた台車が次図のようなコースを走行するとき，以下の問いに答えよ。ただし，台車の車輪の質量および走行に対する抵抗は無視できるものとし，重力による加速度の大きさを g［m/s^2］とする。また，$h_2 < h_4 < h_1 < h_3$ とする。



(1)　台車が地点Ａから地点Ｂへ運動する間に，重力が物体にする仕事［J］はいくらか。該当するものを次の①～④より一つ選べ。

①　mgh_1　　②　mgh_2　　③　$mg(h_1-h_2)$　　④　$mg(h_2-h_1)$

(2)　台車が地点Ｂを通過するときの速さ［m/s］はいくらか。該当するものを次の①～⑧より一つ選べ。

①　$\sqrt{2mg(h_1-h_2)}+v_0$　　②　$\sqrt{2mg(h_1-h_2)}-v_0$

③　$\sqrt{2mg(h_1-h_2)}$　　④　$\sqrt{2g(h_1-h_2)}+v_0$

⑤　$\sqrt{2g(h_1-h_2)+v_0^2}$　　⑥　$\sqrt{2g(h_1-h_2)-v_0^2}$

⑦　$\sqrt{2gv_0(h_1-h_2)}$　　⑧　$\sqrt{2mgv_0(h_1-h_2)}$

(3)　台車が地点Ｃを通過するために必要な初速度 v_0［m/s］の大きさはいくら以上か。該当するものを次の①～⑧より一つ選べ。

①　$\sqrt{2mg(h_2-h_1)}$　　②　$\sqrt{2mg(h_1-h_2)}$

③　$\sqrt{2g(h_2-h_1)}$　　④　$\sqrt{2g(h_1-h_2)}$

⑤　$\sqrt{2mg(h_3-h_1)}$　　⑥　$\sqrt{2mg(h_1-h_3)}$

⑦　$\sqrt{2g(h_3-h_1)}$　　⑧　$\sqrt{2g(h_1-h_3)}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑷　地点Ｄに到達したときに台車が持つ運動エネルギー［Ｊ］はいくらか。該当するものを次の①～⑧より一つ選べ。

① $mgh_4+\frac{1}{2}mv_0{}^2$　　② $mg(h_4-h_3)+\frac{1}{2}mv_0{}^2$

③ $mg(h_4-h_2)+\frac{1}{2}mv_0{}^2$　　④ $mg(h_4-h_1)+\frac{1}{2}mv_0{}^2$

⑤ $mgh_1+\frac{1}{2}mv_0{}^2$　　⑥ $mg(h_3-h_4)+\frac{1}{2}mv_0{}^2$

⑦ $mg(h_2-h_4)+\frac{1}{2}mv_0{}^2$　　⑧ $mg(h_1-h_4)+\frac{1}{2}mv_0{}^2$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　解答

WORK

《仕事》

[1] $F \cdot x$

《力学的エネルギー》

[2] 位置エネルギー　[3] 重力　[4] mgh　[5] 運動エネルギー

[6] $\frac{1}{2}mv^2$　[7] 力学的エネルギー　[8] 力学的エネルギー保存

1

(1) 98.0 [J]

(2) 28.0 [m/s]

(3) 19.6 [m/s]

2

(1) $\sqrt{2gh}$

(2) $\frac{h}{\mu}$

3

(1) $\frac{mg}{l}$

(2) $\frac{1}{2}mgl$

(3) $mgd+\frac{mgd^2}{2l}$

(4) $\frac{mgd^2}{2l}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　確認テスト

【解答】

(1)　③　　(2)　⑤　　(3)　⑦　　(4)　⑧

【解説】

(1)　地点Ａと地点Ｂの高さの差は h_1-h_2 ゆえ，重力がした仕事 W は

$$W=\underline{mg(h_1-h_2)}$$

(2)　仕事とエネルギーの関係より

$$\underbrace{\frac{1}{2}mv_0^{\ 2}}_{\text{点Aにおける台車の運動エネルギー}}+W=\underbrace{\frac{1}{2}mv_{\mathrm{B}}^{\ 2}}_{\text{点Bにおける台車の運動エネルギー}}$$

W を代入して，$v_{\mathrm{B}}=\underline{\sqrt{v_0^{\ 2}+2g(h_1-h_2)}}$

別解

力学的エネルギー保存則より

$$\underbrace{\frac{1}{2}mv_0^{\ 2}+mgh_1}_{\text{点Aにおいて台車が持つエネルギー}}=\underbrace{\frac{1}{2}mv_{\mathrm{B}}^{\ 2}+mgh_2}_{\text{点Bにおいて台車が持つエネルギー}}$$

$$\therefore\quad v_{\mathrm{B}}=\sqrt{v_0^{\ 2}+2g(h_1-h_2)}$$

ただし，位置エネルギーの基準は水平面とする（以下同）。

(3)　エネルギー保存則より，$\underbrace{mgh_3}_{\text{点Cに着いて止まった場合のエネルギー}}<\underbrace{\frac{1}{2}mv_0^{\ 2}+mgh_1}_{\text{はじめ，点Aで持つエネルギー}}$　　$\therefore\quad v_0>\underline{\sqrt{2g(h_3-h_1)}}$

(4)　力学的エネルギー保存則より，

$$\underbrace{\frac{1}{2}mv_{\mathrm{D}}^{\ 2}+mgh_4}_{\text{点Dにおけるエネルギー}}=\underbrace{\frac{1}{2}mv_0^{\ 2}+mgh_1}_{\text{点Aにおけるエネルギー}}$$

$$\therefore\quad \frac{1}{2}mv_{\mathrm{D}}^{\ 2}=\underline{mg(h_1-h_4)+\frac{1}{2}mv_0^{\ 2}}$$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。